

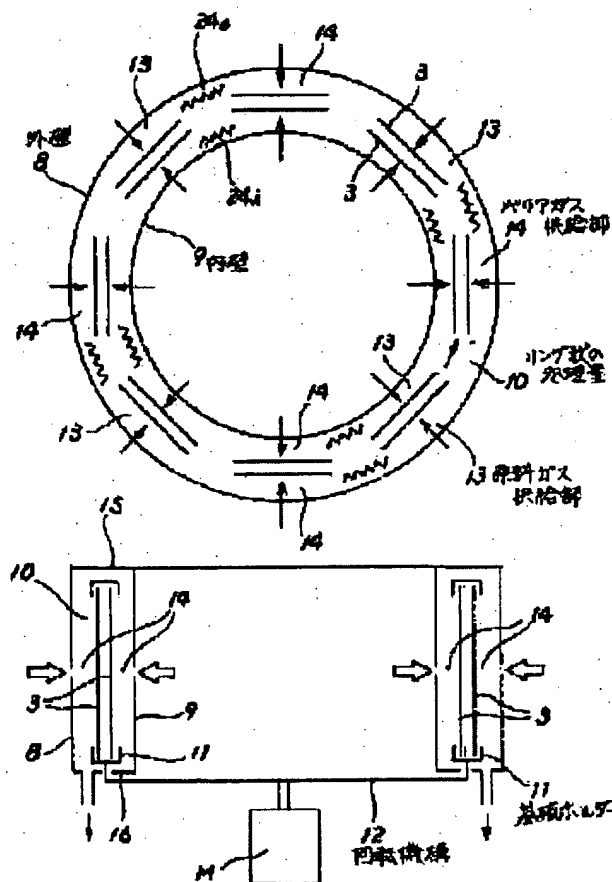
ATOMIC LAYER EPITAXIAL DEVICE AND ATOMIC LAYER EPITAXY

Patent number: JP5270997
Publication date: 1993-10-19
Inventor: WATABE JUNICHI; others: 02
Applicant: FUJITSU LTD
Classification:
 - international: C30B29/68; C30B23/08; C30B25/02
 - european:
Application number: JP19920064149 19920319
Priority number(s):

Abstract of JP5270997

PURPOSE: To realize an atomic layer epitaxial device and atomic layer epitaxy suitable for mass production and causing no lowering of film quality, in the atomic layer epitaxy which is one of thin film forming technique and the atomic layer epitaxial device.

CONSTITUTION: In an atomic layer epitaxial device for obtaining a prescribed film thickness by alternately exposing a substrate in atmosphere of plural different kinds of raw material gases and alternately forming a film on the surface of the substrate, the device is characterized in that a ring-like treating chamber 10 is formed between the inner wall 8 and outer walls 9 by concentrically arranging cylindrical outer wall 8 and inner wall 9, plural sheets of substrates 3 are put at prescribed intervals in the circumferential direction and a substrate holder 11 retained in the tangential direction is provided and the substrate holder 11 is attached in a rotating mechanism 12 rotating the center of the ring-like treating chamber 10 as a rotating center.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-270997

(43) 公開日 平成5年(1993)10月19日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B	29/68	7821-4G		
	23/08	M 9040-4G		
	25/02	Z 9040-4G		

審査請求 未請求 請求項の数5 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-64149

(22) 出願日 平成4年(1992)3月19日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 渡部 純一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 小杉 清久

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 代木 育夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福島 康文

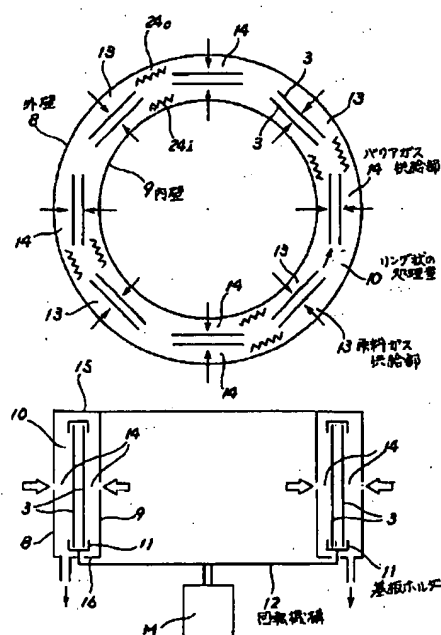
(54) 【発明の名称】 原子層エピタキシー装置および原子層エピタキシー法

(57) 【要約】

【目的】 薄膜形成技術のひとつである原子層エピタキシー法および原子層エピタキシー装置に関し、大量生産に適し、しかも膜質を低下させない原子層エピタキシー装置および原子層エピタキシー法を実現することを目的とする。

【構成】 複数の異種の原料ガス雰囲気中に交互に基板を曝し、基板面に交互に成膜を行なうことで、所定の膜厚を得る原子層エピタキシー装置において、筒状の外壁8と内壁9を同心円状に配置することで、内外壁8、9間にリング状の処理室10を形成したこと、該リング状の処理室10内において、複数枚の基板3を、円周方向に所定の間隔をおいて、しかも接線方向に保持する基板ホルダー11を設けたこと、リング状処理室10の中心を回転中心とする回転機構12に、前記の基板ホルダー11を取り付けたこと、を特徴とする構成とする。

本発明の原理



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の異種の原料ガス雰囲気中に交互に基板を曝し、基板面に交互に成膜を行なうことで、所定の膜厚を得る原子層エピタキシー装置において、筒状の外壁(8)と内壁(9)を同心円状に配置することで、内外壁(8,9)間にリング状の処理室(10)を形成したこと、

該リング状の処理室(10)内において、複数枚の基板(3)を、円周方向に所定の間隔をおいて、しかも接線方向に保持する基板ホルダー(11)を設けたこと、リング状処理室(10)の中心を回転中心とする回転機構(12)に、前記の基板ホルダー(11)を取り付けたこと、を特徴とする原子層エピタキシー装置。

【請求項2】 前記のリング状処理室(10)に、円周方向に所定の間隔をおいて、原料ガス供給部(13)とバリアガス供給部(14)を交互に配設したことを特徴とする請求項1記載の原子層エピタキシー装置。

【請求項3】 前記基板ホルダー(11)に、2組の基板(3,3)が背中合わせの状態を搭載されており、前記の原料ガス供給部(13)およびバリアガス供給部(14)を、背中合わせの基板(3,3)の通路を挟んで配設したことを特徴とする原子層エピタキシー装置。

【請求項4】 複数の異種の原料ガス雰囲気中に交互に基板を曝し、基板面に交互に成膜を行なうことで、所定の膜厚を得る原子層エピタキシー法において、まず、処理室全体を第一の原料ガスの雰囲気にしてその中に基板をさらし、次にバリアガスによって該原料ガスを一掃した後、処理室全体を第二の原料ガスの雰囲気にしてその中に基板をさらし、次にバリアガスで該原料ガスを一掃することで、異種の原料ガスの雰囲気を時間的に切り換えて成膜する方法を第一段階として行ない、その後、前記の第一の原料ガスの雰囲気と第二の原料ガスの雰囲気を交互に配置すると共に、それぞれの原料ガスの雰囲気の間にバリアガスの雰囲気を設け、これらの各雰囲気の中に前記の基板を通過させることで、異種の原料ガスの雰囲気を空間的に切り換えて成膜する方法を第二段階として行なうこと、を特徴とする原子層エピタキシー法。

【請求項5】 前記の異種の原料ガスの雰囲気を時間的に切り換えて成膜する第一段階の処理を行なった後に、異種の原料ガスの雰囲気を空間的に切り換えて成膜する第二段階の処理を、請求項2記載のリング状の処理室中で行なうことを特徴とする請求項4記載の原子層エピタキシー法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、薄膜形成技術のひとつである原子層エピタキシー法および原子層エピタキシー装置に関する。近年の薄膜利用技術の高度化に伴い、薄膜の結晶性・均一性等の膜品質向上が要求されている。

特に、量子サイズ効果を利用した機能デバイスを構成する半導体薄膜を、単一原子層レベルで成長制御できる方法が必要とされており、原子層エピタキシー法による結晶性の良好な半導体成膜技術が注目されている。

【0002】 また、半導体薄膜に止まらず、絶縁膜を形成する場合も、同様に高品質の薄膜が形成できる。例えば、薄膜EL(エレクトロルミネッセンス)パネルの絶縁層は、高耐圧・無欠陥・長寿命が要求され、薄膜中に不純物・膜欠陥等を含まない高品質の膜質を実現する必要がある。原子層エピタキシー法は、薄膜を形成する際、原料となる複数のガスを交互に切り換えて基板に供給し、1層づつ形成していくため、高品質の薄膜を形成できる。

【0003】

【従来の技術】 図7は特公昭57-35158号公報に記載されている従来の原子層エピタキシー装置の原理を示す図である。(a)図は、真空室1中において、円筒状の基板ホルダー2の外面に、円周方向に一定間隔で基板3を取り付け、各基板3に対向して、異なる種類の原料ガスA、B、Cの入った原料ガス供給器4a、4b、4cが配置されている。

【0004】 したがって、ある一つの基板に着目すると、基板ホルダー2が反時計方向に回転することで、最初にAガス、次にBガス、Cガス、Aガス…の順に、原料ガスに曝されるため、3種類の原料ガスによる原子層エピタキシー成膜が可能となる。

【0005】 これに対し(b)図は、処理室1中において、回転円板5に円周方向に一定間隔に複数枚の基板3を取り付け、円板5が回転することで、各基板が、原料ガスAの供給口6a、原料ガスBの供給口6b、再び原料ガスAの供給口6aへと移動し、交互に異種の原料ガスが供給されるようになっている。

【0006】 (c)図は、真空室1中において、ホルダーに多数の基板3を取り付けておき、原料ガスAを真空室1に供給して、総ての基板3に原料ガスAを一斉に供給した後、排気口7から原料ガスAを排気した後、原料ガスBを供給する。このようにして、原料ガスAとBを交互に供給することで、原子層エピタキシー成膜を行なう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、(a)図および(b)図の方法では、異種の原料ガスの供給部を空間的に異なる位置に設け、その前を基板が回転して通過するようになっているため、基板と原料ガス供給口との間を気密シールできず、処理室1中で異種の原料ガスが混ざり合う、という問題があり、膜質に及ぼす影響を無視できない。

【0008】 また、気密シール構造にすると、基板を停止させて、原料ガス供給口を基板に対し前後動させなければならないので、処理室内で塵埃が発生して膜質を低

3

下させるほか、量産性に劣り、大量の基板を処理するのに適しない。

【0009】一方、(c)図のように、真空室1中に原料ガスAとBを交互に入れ換える方法は、原料ガスを完全に入れ換えれば、異種の原料ガスが混合して、膜質を損なう恐れはないが、原料ガスの切り換えに時間がかかるため処理の連続性に欠け、処理能率が低く、大量生産に適しない。また、以上のいずれも、真空室1が大きくなり、排気に時間を要する、などの問題がある。

【0010】また、バリアガスによって異種の原料ガス10の間を空間的に遮蔽することも提案されており、ガス切り換えの時間を必要としないため、1サイクルに要する時間が短く生産性が高い。しかし、異種の原料ガス間の遮蔽が充分でなく、原料ガスが混ざり合って膜質を損なうという問題は避けられない。

【0011】本発明の技術的課題は、このような問題に着目し、大量生産に適し、しかも膜質を低下させない原子層エピタキシー装置および原子層エピタキシー法を実現することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】図1は本発明による原子層エピタキシー装置および原子層エピタキシー法の基本原理を説明する平面図と縦断面図である。請求項1の発明は、筒状の外壁8と内壁9を同心円状に配置することで、内外壁8、9間にリング状の処理室10が形成されている。

【0013】そして、このリング状の処理室10内において、複数枚の基板3を、円周方向に所定の間隔をおいて、しかも接線方向に保持する基板ホルダー11が配設されている。また、リング状処理室10の中心を回転中心とする回転機構12に、前記の基板ホルダー11が取り付けられている。

【0014】請求項2の発明は、前記のような装置において、リング状処理室10に、円周方向に所定の間隔をおいて、原料ガス供給部13とバリアガス供給部14が交互に配設されている構成である。

【0015】請求項3の発明は、前記基板ホルダー11に、2組の基板3、3が背中合わせの状態を搭載されており、前記の原料ガス供給部13およびバリアガス供給部14を、背中合わせの基板3、3の通路を挟んで配設した構成である。

【0016】請求項4の発明は、原子層エピタキシー法であり、まず第一段階の処理方法を行なった後に第二段階の処理を行なう。第一段階の処理は、処理室全体を第一の原料ガスの雰囲気にしてその中に基板をさらし、次にバリアガスによって該原料ガスを一掃した後、処理室全体を第二の原料ガスの雰囲気にしてその中に基板をさらし、次にバリアガスで該原料ガスを一掃することで、異種の原料ガスの雰囲気を時間的に切り換えて成膜を行なう方法である。

4

【0017】その後に行なう第二段階の処理は、前記の第一の原料ガスの雰囲気と第二の原料ガスの雰囲気を交互に配置すると共に、それぞれの原料ガスの雰囲気の中にバリアガスの雰囲気を設け、これらの各雰囲気の中に前記の基板を通過させることで、異種の原料ガスの雰囲気を空間的に切り換えて成膜する方法である。

【0018】請求項5の発明は、前記の第一段階の処理を行なった後に第二段階の処理を行なう場合に、請求項2記載のリング状の処理室中で行なう方法である。

【0019】

【作用】請求項1のように、処理室10がリング状になっており、その中に、複数枚の基板3を、円周方向に所定の間隔をおいて配置し、回転させる構造になっているので、基板の枚数に対して処理室10が狭い。そのため、排気容積を低減でき、排気効率が高く、異種の原料ガスの切り換えを効率的に行なうことができる。また、処理室10中に摺動部が無いので、発塵が少なく、良質な膜が得られる。

【0020】請求項2のように、前記のリング状処理室10に、円周方向に所定の間隔をおいて、原料ガス供給部13とバリアガス供給部14が交互に配設されているため、前記の回転機構12で基板ホルダー11を連続または間欠回転させるだけで、多数の基板3がリング状処理室10中を回転移動し、原料ガスとバリアガスが交互に供給される。

【0021】このように、狭いリング状処理室10中で原料ガスと原料ガスの間にバリアガスが供給されるので、異種のバリアガスが混ざり合うのを抑制でき、膜質の低下を防止できる。また、基板が原料ガスと原料ガスの中を交互に通過するだけなため、異種の原料ガスを交互に処理室に出し入れするのと違って、処理効率が向上し、量産に適している。

【0022】請求項3によれば、前記基板ホルダー11に、2組の基板3、3が背中合わせの状態を搭載されており、前記の原料ガス供給部13およびバリアガス供給部14を、背中合わせの基板3、3の通路を挟んで配設したことで、同時に二組ずつ成膜でき、処理効率がさらに向上する。

【0023】請求項4の方法によれば、まず第一段階の処理によって、処理室10内の原料ガスを完全に入れ換えて成膜するため、異種の原料ガスの混合を完全に回避して、良質の膜の原子層エピタキシー成膜できる。この方法で所定の膜厚まで成膜した後、第一の原料ガスの雰囲気と第二の原料ガスの雰囲気を交互に配置すると共に、それぞれの原料ガスの雰囲気の中にバリアガスの雰囲気を設け、これらの各雰囲気の中を前記の基板が通過するため、処理効率が向上する。

【0024】しかも、膜全体の品質を左右する最初の膜は、異種原料ガスの混合を確実に防止できる方法で成膜されるため、膜質を低下させることなしに量産できる。

【0025】請求項5のように、前記の第一段階の処理を行なった後に第二段階の処理を行なう成膜方法を、請求項2記載のリング状の処理室10中で行なうと、リング状処理室10の容積が小さいので、第一段階の処理におけるガス交換を迅速に行なうことができ、第一段階の成膜も効率的に行なうことができる。また、同じ処理室10で引き続いて第二段階の成膜も行なうので、第一段階の成膜と第二段階の成膜を連続して行なうことができ、この点でも処理効率が向上する。

【0026】

【実施例】次に本発明による原子層エピタキシー装置および原子層エピタキシー法が実際上どのように具体化されるかを実施例で説明する。図2は請求項1～3記載の原子層エピタキシー装置の実施例を示す斜視図であり、図3は同実施例装置の処理室10中で回転する基板ホルダー11を示す図である。

【0027】筒状の外壁8と内壁9間に形成されたリング状の処理室10は、上端が天井板15で密閉されている。そして、図示例では、図3に示すような多角形状の基板ホルダー11を、リング状の処理室10中に、下から挿入した構造になっている。そして、図1(b)に示すように、処理室10の底部は、基板ホルダー11の回転の妨げとならない範囲で、底板16によって塞がれている。

【0028】図示例では、図1と同様に、原料ガス供給部13が90°間隔で4か所配設されている。そして、180°間隔で配設されている原料ガス供給部13aから第一のガスを供給し、他の原料ガス供給部13bからは第二のガスを供給する。

【0029】各原料ガス供給部13a、13bは、図4に示すように、処理室10中で基板ホルダー11に支持された基板3を内外から挟むように、原料ガス供給管17o、17iが配設されていて、基板3側に開けられた多数のノズル18から原料ガスが吹き出すようになっている。原料ガス供給管17o、17iは、配管19でガス源に接続されており、また使用済のガスは、排気口20から排気用ターボ分子ポンプPで排出される。

【0030】処理室10中において、各原料ガス供給部13aと13bの間に、バリアガス供給部14が配設されている。図5に示すように、バリアガス供給部14も、原料ガス供給部と同様に、基板ホルダー11に支持された基板3を内外から挟むように、バリアガス供給管21o、21iが配設されていて、基板3側に開けられた多数のノズル22からバリアガスが吹き出すようになっている。バリアガス供給管21o、21iは、配管23でバリアガス源に接続されている。

【0031】バリアガス供給部14の下には、使用済のガスの排出口は開いておらず、両側の原料ガス供給部13の排気口20から原料ガスと一緒に排出される。すなわち、各原料ガス供給部13a、13bでは、両側のバリアガス供給管21o、21iから供給されたバリアガスが、原料

ガス供給部13a、13bの排気口20から排出されるので、両側の異種の原料ガスどうしが混合することはできない。

【0032】各原料ガス供給部13a、13bとその前段のバリアガス供給部14との間には、図6に示すように、処理室10中を回転している基板3、3を挟むように、ヒータ24o、24iが配設され、成膜時の反応が促進されるようにしている。

【0033】図3(b)に示すように、基板支持板25の両面に、2組の基板3、3を背中合わせに取り付けて、枠状の押さえ板26o、26iで支持板25に押圧固定する構造になっている。一方、多角形状の基板ホルダー11は、窓枠状のホルダー部27が多数リング状に連結した構造になっており、図2の外壁8に設けられた扉28を開けて、前記の背中合わせに基板が取り付けられた支持板25を、開口29からホルダー部27に取り付けることで、各ホルダー部27に2組ずつ基板を装着できる。

【0034】なお、支持板25をホルダー部27に装着するには、例えば図1(b)に示すように、上側のガイド溝に支持板25の上端を挿入した後、支持板25の下端を下側のガイド溝に挿入するなど、各種の態様が可能である。

【0035】図5に示すように、回転機構12の内端を、モータ駆動される軸30に固定し、この固定部の上下をOリング31、32でシールすると共に、回転機構12の上下を上蓋33、下蓋34で密閉することにより、リング状処理室10を完全に密閉できる。これに対し、図4のように、リング状の処理室10の底部16において、回転機構12の外周部を、磁性流体シール35、36でシールすることもできる。

【0036】次に、この装置において、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ガスと H_2O ガスで Al_2O_3 多結晶薄膜を形成する例を説明する。図の基板ホルダー11に装着した支持板25の両面を利用して、ガラス基板を敷き詰めるように合計24枚の基板を取りつけた。また、各原料ガス供給部13aの2組の原料ガス供給管17o、17iからは $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ガスを供給し、他の原料ガス供給部13bの2組の原料ガス供給管17o、17iからは H_2O ガスを供給する。

【0037】そして、各原料ガス供給部13a、13b間のバリアガス供給部14のバリアガス供給管21o、21iからはバリアガスとして、Arを供給する。基板加熱用のヒータは、外壁・内壁それぞれ8枚づつ、各原料ガス供給部13a、13bの前段に配設されている。

【0038】この装置において、請求項4における第一段階の成膜処理を行なう。まず、基板ホルダー11を回転速度60rpmで回転し、加熱ヒータ24o、24iにより、各基板3を400℃に加熱し、4つのターボ分子ポンプPにより雰囲気を 5×10^{-7} Torrまで排気する。2つの原料ガス供給部13a、13aのガスノズルから、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ガスを各50sccm流し、5mTorrとし、2秒間保持する。

【0039】次に、8つのバリアガス供給部14のガスノズルから、アルゴンガスを各50sccm・5秒間流し、 $Al(CH_3)_3$ ガスをリング状処理室10から除去する。次に、2つの原料ガス供給部13b、13bのガスノズルから H_2O ガスを各50sccm流し、5mTorrとし、2秒間保持する。次に、8つのバリアガス供給部14のガスノズルからアルゴンガスを各50sccm・5秒間流し、 H_2O ガスを処理室10内から除去する。このサイクルを20回繰り返すことで、 Al_2O_3 の良好な成長核を形成できた。一般的に原子層エピタキシーでの成膜においては、成膜開始初期の段階での核成長が、その後の成膜状態を支配する。したがって、初期の成長条件を確実に設定し成膜を行えば、引き続き中期以降の成膜条件の設定は厳しくする必要のないことが多い。

【0040】そこで本発明においては、成膜初期段階を、成膜パラメータの設定がし易く、確実に実行する時間的ガス切り換え方式を行い、その後生産性のよい空間的ガス切り換え方式を行い、膜質と生産性の両方を向上させることを狙っている。

【0041】第一段階の処理が終わると、請求項4における第二段階の成膜処理を行なうために、一旦4つのターボ分子ポンプPにより雰囲気気を 5×10^{-7} Torrまで排気する。8つのバリアガスノズルからアルゴンガスを各100sccm流し、100mTorrになるように、オリフィス弁で圧力調整する。次に、原料ガス供給部13aのガスノズルと原料ガス供給部13bのガスノズルから、それぞれのガスを各50sccmづつ流す。しかしながら、各原料ガス供給部13a、13b間のバリアガス供給部14から供給されるアルゴンガスの定常流によって、原料ガスの $Al(CH_3)_3$ ガスと H_2O ガスの混合は阻止される。

【0042】このようにして、背中合わせの基板3、3が $Al(CH_3)_3$ 雰囲気と H_2O 雰囲気を交互に通過し、合計2500回転することによって、5500Åの Al_2O_3 多結晶薄膜を得ることができた。

【0043】図示例の装置において、前記のように処理室全体を第一の原料ガスの雰囲気にしてその中に基板をさらし、次にバリアガスによって該原料ガスを一掃した後、処理室全体を第二の原料ガスの雰囲気にしてその中に基板をさらし、次にバリアガスで該原料ガスを一掃することで、異種の原料ガスの雰囲気を時間的に切り換えて成膜する方法のみで成膜することも差し支えない。

【0044】あるいは、前記の第一段階の処理は行なわないで、第一の原料ガスの雰囲気と第二の原料ガスの雰囲気を交互に配置すると共に、それぞれの原料ガスの雰囲気の中にバリアガスの雰囲気を設け、初めからこれらの各雰囲気の中に前記の基板を通過させることで、異種の原料ガスの雰囲気を空間的に切り換えて成膜しても差し支えない。

【0045】

【発明の効果】以上のように請求項1の発明によれば、

リング状の処理室10中で、円周方向に所定の間隔で配置された複数枚の基板3が回転する構造になっているので、排気容積を低減して排気効率を高くでき、異種の原料ガスの切り換えを効率的に行なうことができる。また、処理室10中に摺動部が無く、発塵による膜質低下が起きない。

【0046】請求項2の発明によれば、リング状処理室10に、原料ガス供給部13とバリアガス供給部14が交互に配設されているため、回転機構12で基板ホルダー11を連続または間欠回転させるだけで、原料ガスとバリアガス中を交互に通過して成膜でき、量産に適している。すなわち、異種の原料ガスを交互に処理室に出し入れする方法と違って、処理効率が向上する。

【0047】請求項3のように、2組の基板を背中合わせにして回転させ、基板通路の両側から原料ガスおよびバリアガスが供給される構造にすることで、同時に二組ずつ成膜でき、処理効率がさらに向上する。

【0048】請求項4の方法によれば、まず第一段階の処理によって、処理室10内の原料ガスを完全に入れ換えて成膜することで、良質の膜を成膜でき、また第二段階の処理は、第一の原料ガスの雰囲気と第二の原料ガスの雰囲気を交互に配置して、その中を基板が回転して通過するため、処理効率が向上する。

【0049】請求項5のように、前記の第一段階の処理を行なった後に第二段階の処理を行なう成膜方法を、狭いリング状の処理室10中で行なうと、第一段階の処理におけるガス交換を迅速に行なうことができ、第一段階の成膜も効率的に行なうことができる。また、同じ処理室10で引き続いて第二段階の成膜も行なうので、第一段階の成膜と第二段階の成膜を連続して行なうことができ、処理効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による原子層エピタキシー装置および原子層エピタキシー法の基本原理を説明する平面図と断面図である。

【図2】請求項1～3記載の原子層エピタキシー装置の実施例を示す斜視図である。

【図3】処理室中で回転する基板ホルダーを示す図である。

【図4】原料ガス供給部の縦断面図である。

【図5】バリアガス供給部の縦断面図である。

【図6】加熱部の縦断面図である。

【図7】従来の原子層エピタキシー装置の各種原理を示す図である。

【符号の説明】

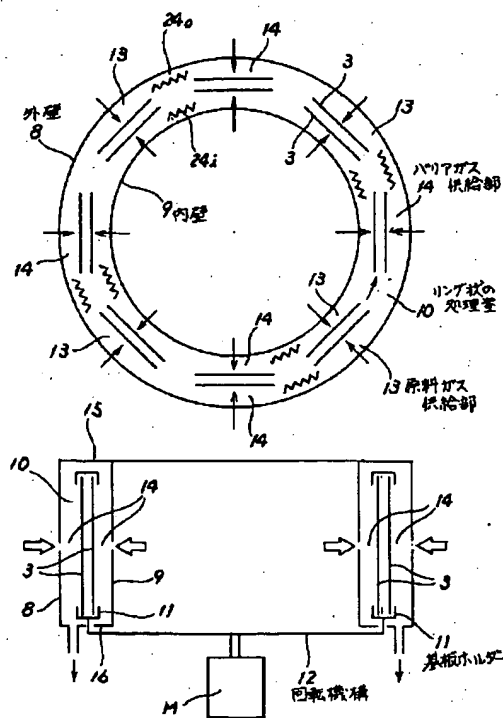
- 1 真空室
- 2 円筒状の基板ホルダー
- 3 基板
- 4 a、4 b、4 c 原料ガス供給器
- 5 円板

9

- 6a, 6b 原料ガス供給口
- 7 排気口
- 8 外壁
- 9 内壁
- 10 リング状の処理室
- 11 基板ホルダー
- 12 回転機構
- M モータ
- 13 原料ガス供給部
- 13a 第一の原料ガス供給部
- 13b 第二の原料ガス供給部
- 14 バリアガス供給部
- 15 天井板
- 16 底板

【図1】

本発明の原理

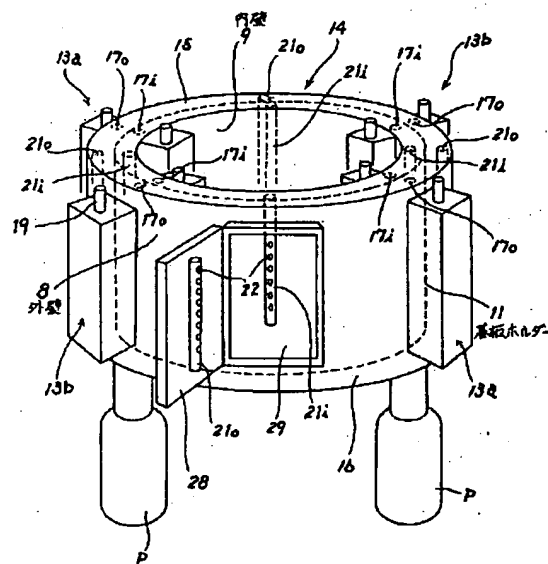


10

- 17o, 17i 原料ガス供給管
- 18 ノズル
- 19 配管
- 20 排気口
- P ターボ分子ポンプ
- 21o, 21i バリアガス供給管
- 22 ノズル
- 23 配管
- 24o, 24i ヒータ
- 10 25 基板支持板
- 26o, 26i 枠状の押さえ板
- 27 ホルダー部
- 28 扉
- 29 開口

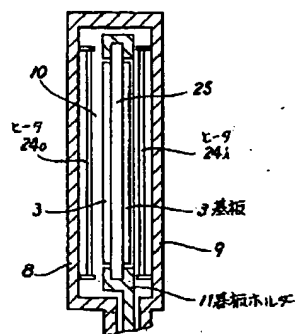
【図2】

実施例(全容)



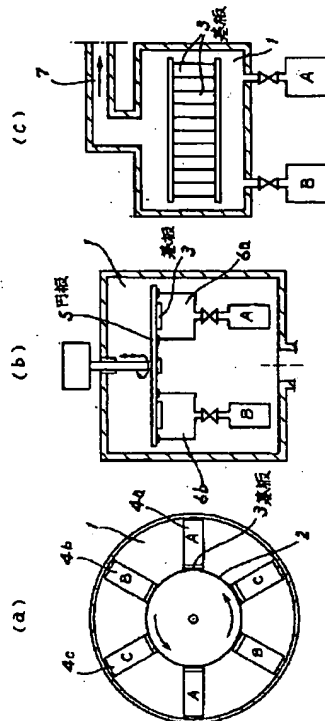
【図 6】

加熱部



【図 7】

従来の原子層エピタキシー装置



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] By putting a substrate by turns into a material gas ambient atmosphere of two or more different species; and forming membranes by turns to a substrate side It sets to atomic layer epitaxy equipment which obtains predetermined thickness, and is a tubed outer wall (8). A wall (9) By arranging in the shape of a concentric circle An inside-and-outside wall (8 9) [in a processing room (10) of having formed a ring-like processing room (10) in between and the shape of this ring] Two or more substrates (3) A substrate electrode holder (11) which sets a predetermined gap to a circumferencial direction and is moreover held to a tangential direction was prepared, Atomic layer epitaxy equipment characterized by attaching the aforementioned substrate electrode holder (11) in a rolling mechanism (12) which makes a center of a ring-like processing room (19) the center of rotation.

[Claim 2] Atomic layer epitaxy equipment according to claim 1 characterized by having set a predetermined gap to a circumferencial direction and arranging a material gas feed zone (13) and the barrier gas supply section (14) in the aforementioned ring-like processing room (10) by turns.

[Claim 3] To said substrate electrode holder (11), they are 2 sets of substrates (3 3). It is carried in the state of confrontation, and is a very close substrate (3 3) about an aforementioned material gas feed zone (13) and the aforementioned barrier gas supply section (14). Atomic layer epitaxy equipment characterized by arranging across a path.

[Claim 4] By putting a substrate by turns into a material gas ambient atmosphere of two or more different species, and forming membranes by turns to a substrate side In the atomic layer epitaxy method for obtaining predetermined thickness, first, make the whole processing room into an ambient atmosphere of the first material gas, and a substrate is exposed into it. By next, thing for which the whole processing room is made into an ambient atmosphere of the second material gas, a substrate is exposed into it, and then this material gas is swept away by barrier gas after sweeping away this material gas by barrier gas While performing a method of switching an ambient atmosphere of material gas of a different kind in time, and forming membranes as a first stage story and arranging an ambient atmosphere of the first aforementioned material gas, and an ambient atmosphere of the second material gas by turns after that An atomic layer epitaxy method characterized by performing a method of switching spatially an ambient atmosphere of material gas of a different kind, and forming membranes by establishing an ambient atmosphere of barrier gas between ambient atmospheres of each material gas, and passing the aforementioned substrate in each of these ambient atmospheres as a second stage story.

[Claim 5] An atomic layer epitaxy method according to claim 4 characterized by processing a second stage story which switches spatially an ambient atmosphere of material gas of a different kind, and forms membranes all over a processing room of the shape of a ring according to claim 2 after processing a first stage story which switches an ambient atmosphere of the aforementioned material gas of a different kind in time, and forms membranes.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the atomic layer epitaxy method and atomic layer epitaxy equipment which are one of the thin film coating technology. Film upgrading of a thin film, such as crystallinity and homogeneity, is demanded with the advancement of thin film use technology in recent years. The method of carrying out growth control of the semiconductor thin film which constitutes the functional device which used the quantum size effect especially on single atomic layer level is needed, and the crystalline good semiconductor membrane formation technology by the atomic layer epitaxy method attracts attention.

[0002] Moreover, when not stopping at a semiconductor thin film but forming an insulator layer, the thin film of high quality can be formed similarly. For example, high resisting pressure, defect-free, and a longevity life are required, and the insulating layer of a thin film EL (electroluminescence) panel needs to realize membraneous quality of the high quality which does not include an impurity, a film defect, etc. in a thin film. Since an atomic layer epitaxy method switches two or more gas used as a raw material by turns, and supplies it to a substrate and it forms it one layer at a time in case it forms a thin film, it can form the thin film of high quality.

[0003]

[Description of the Prior Art] Drawing 7 is drawing showing the principle of the conventional atomic layer epitaxy equipment indicated by JP,57-35158,B. (a) As for drawing, the material gas feeders 4a, 4b, and 4c containing the material gas A, B, and C of a class which counters at installation and each substrate 3 and is different are arranged by the external surface of the cylinder-like substrate electrode holder 2 in the substrate 3 at the fixed gap in the vacuum chamber 1 at the circumferencial direction.

[0004] Therefore, if its attention is paid to one certain substrate, since [of B gas, C gas, and A gas --] it is put to material gas, the atomic layer epitaxy membrane formation [by / to the beginning / to A gas] by three kinds of material gas will be attained in order next, because the substrate electrode holder 2 rotates counterclockwise.

[0005] on the other hand, the thing for which, as for (b) drawing, installation and a disk 5 rotate two or more substrates 3 at a fixed gap to a rotating disk 5 all over the processing room 1 at a circumferencial direction -- each substrate -- feed hopper 6a of material gas A, and feed hopper 6b of material gas B -- it moves to feed hopper 6a of material gas A again, and material gas of a different kind is supplied by turns.

[0006] (c) After drawing attaches many substrates 3 in the electrode holder into the vacuum chamber 1, supplies material gas A to a vacuum chamber 1, and supply material gas A to all the substrates 3 all at once and it exhausts material gas A from an exhaust port 7, it supplies material gas B. Thus, atomic layer epitaxy membrane formation is performed by supplying material gas A and B by turns.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the feed zone of material gas of a different kind is prepared in a spatially different location by the method of (a) drawing and (b) drawing, a substrate rotates a that front and it passes, the hermetic seal of between a substrate and material gas feed hoppers cannot be carried out, but there is a problem that material gas of a different kind is mixed all over the processing room 1, and the effect affect membraneous quality cannot be disregarded.

[0008] Moreover, it is inferior to mass-production nature, and is not suitable for processing a lot of substrates except that dust is generated in the processing interior of a room and membraneous quality is reduced, since a substrate must be stopped and longitudinal slide movement of the material gas feed hopper must be carried out to a substrate, when it is made hermetic-seal structure.

[0009] On the other hand, although there is no possibility of material gas of a different kind mixing the method of replacing material gas A and B by turns into a vacuum chamber 1 as shown in (c) drawing if material gas is replaced completely, and spoiling membraneous quality, since a switch of material gas takes time amount, a chip and processing efficiency are low to the continuity of processing, and it is not suitable for mass production method. Moreover, a vacuum chamber 1 becomes large and all [more than] have problems, like exhaust air takes time amount.

[0010] Moreover, since covering spatially between material gas of a different kind is also proposed by barrier gas and it does not need the time amount of a gas switch by it, the time amount which 1 cycle takes is short, and productivity is high. However, the problem of electric shielding between material gas of a different kind not being enough, and material gas being mixed and spoiling membraneous quality is not avoided.

[0011] Paying attention to such a problem, the technical technical problem of this invention is suitable for mass production method, and is to realize the atomic layer epitaxy equipment and the atomic layer epitaxy method moreover do not reduce membraneous

quality.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 is a plan and a drawing of longitudinal section explaining radical Motohara ** of atomic layer epitaxy equipment by this invention, and an atomic layer epitaxy method. Invention of claim 1 is arranging a tubed outer wall 8 and a tubed wall 9 in the shape of a concentric circle, and the ring-like processing room 10 is formed between the inside-and-outside wall 8 and 9.

[0013] And the substrate electrode holder 11 which sets a predetermined gap to a circumferencial direction and moreover holds it to it in a tangential direction is arranged in two or more substrates 3 in the processing room 10 of the shape of this ring. Moreover, the aforementioned substrate electrode holder 11 is attached in the rolling mechanism 12 which makes a center of the ring-like processing room 10 the center of rotation.

[0014] Invention of claim 2 is the configuration that set a predetermined gap to a circumferencial direction and the material gas feed zone 13 and the barrier gas supply section 14 are arranged in the ring-like processing room 10 by turns, in the above equipments.

[0015] 2 sets of substrates 3 and 3 are carried in said substrate electrode holder 11 in the state of confrontation, and invention of claim 3 is the configuration which arranged the aforementioned material gas feed zone 13 and the aforementioned barrier gas supply section 14 across a path of the very close substrates 3 and 3.

[0016] Invention of claim 4 is an atomic layer epitaxy method, and after it performs an art of a first stage story first, it processes a second stage story. After processing of a first stage story makes the whole processing room an ambient atmosphere of the first material gas, exposes a substrate into it and then sweeps away this material gas by barrier gas, it is the method of being sweeping away this material gas by barrier gas next, and forming membranes by making the whole processing room into an ambient atmosphere of the second material gas, exposing a substrate into it, and switching an ambient atmosphere of material gas of a different kind in time.

[0017] Processing of a second stage story performed after that is establishing an ambient atmosphere of barrier gas between ambient atmospheres of each material gas, and passing the aforementioned substrate in each of these ambient atmospheres, and is the method of switching spatially an ambient atmosphere of material gas of a different kind, and forming membranes while it arranges an ambient atmosphere of the first aforementioned material gas, and an ambient atmosphere of the second material gas by turns.

[0018] When processing a second stage story after invention of claim 5 processes the aforementioned first stage story, it is the method of performing all over a processing room of the shape of a ring according to claim 2.

[0019]

[Function] Since the processing room 10 has become ring-like and it has the structure of setting and arranging a predetermined gap and making a circumferencial direction rotating two or more substrates 3 in it, like claim 1, the processing room 10 is narrow to the number of sheets of a substrate. Therefore, exhaust air capacity can be reduced, and exhaust air effectiveness is high and can switch material gas of a different kind efficiently. Moreover, since there is no sliding section all over the processing room 10, there is little raising dust and a good film is obtained.

[0020] Like claim 2, since a predetermined gap is set to a circumferencial direction and the material gas feed zone 13 and the barrier gas supply section 14 are arranged by turns in it by the aforementioned ring-like processing room 10, only by continuing or intermittent rotating the substrate electrode holder 11 by the aforementioned rolling mechanism 12, many substrates 3 rotate the inside of the ring-like processing room 10 in it, and material gas and barrier gas are supplied to it by turns.

[0021] Thus, since barrier gas is supplied between material gas all over the narrow ring-like processing room 10, it can control that barrier gas of a different kind is mixed, and deterioration of membraneous quality can be prevented. Moreover, since [to which a substrate passes through the inside of material gas and material gas by turns] only, unlike taking material gas of a different kind in and out of a processing room by turns, processing effectiveness improves and it is suitable for mass production.

[0022] According to claim 3, 2 sets of substrates 3 and 3 are carried in said substrate electrode holder 11 in the state of confrontation, by having arranged the aforementioned material gas feed zone 13 and the aforementioned barrier gas supply section 14 across the path of the very close substrates 3 and 3, 2 sets can form membranes at a time to coincidence, and processing effectiveness improves further.

[0023] in order according to the method of claim 4 to replace the material gas in the processing room 10 completely and to form membranes by processing of a first stage story first -- mixing of material gas of a different kind -- perfect -- avoiding -- atomic layer epitaxy membrane formation of a good film -- it can do. In order that the ambient atmosphere of barrier gas may be established between the ambient atmospheres of each material gas and the aforementioned substrate may pass through the inside of each of these ambient atmospheres while arranging the ambient atmosphere of the first material gas, and the ambient atmosphere of the second material gas by turns after forming membranes to thickness predetermined by this method, processing effectiveness improves.

[0024] And since membranes are formed by the method that mixing of different-species material gas can be prevented certainly, the first film which influences the quality of the whole film can be mass-produced, without reducing membraneous quality.

[0025] Since the capacity of the ring-like processing room 10 is small like claim 5 when the membrane formation method of processing a second stage story is performed all over the processing room 10 of the shape of a ring according to claim 2 after processing the aforementioned first stage story, the gas exchange in processing of a first stage story can be performed quickly, and membrane formation of a first stage story can also be performed efficiently. Moreover, since membrane formation of a second stage story is also performed succeedingly at the same processing room 10, membrane formation of a first stage story and membrane formation of a second stage story can be performed continuously, and processing effectiveness improves also at this point.

[0026]

[Example] Next, an example explains how the atomic layer epitaxy equipment and the atomic layer epitaxy method by this invention

are materialized in practice. Drawing 2 is the perspective diagram showing the example of atomic layer epitaxy equipment according to claim 1 to 3, and drawing 3 is drawing showing the substrate electrode holder 11 which rotates all over the processing room 10 of this example equipment.

[0027] As for the processing room 10 of the shape of a ring formed between the tubed outer wall 8 and the wall 9, upper limit is sealed with the crown plate 15. And in the example of illustration, it has structure which inserted the substrate electrode holder 11 of the shape of a polygon as shown in drawing 3 from the bottom all over the ring-like processing room 10. And as shown in drawing 1 (b), the pars basilaris ossis occipitalis of the processing room 10 is a range used as the hindrance of rotation of the substrate electrode holder 11, and is closed by the bottom plate 16.

[0028] In the example of illustration, four material gas feed zones 13 are arranged at intervals of 90 degrees like drawing 1. And the first gas is supplied from material gas feed zone 13a currently arranged at intervals of 180 degrees, and the second gas is supplied from other material gas feed zone 13b.

[0029] As each material gas feed zones 13a and 13b are shown in drawing 4, the material gas supply pipes 17o and 17i are arranged, and material gas blows off from the nozzle 18 of a large number which were able to be opened in the substrate 3 side so that the substrate 3 supported by the substrate electrode holder 11 all over the processing room 10 may be pinched from inside and outside. The material gas supply pipes 17o and 17i are connected to the source of gas for piping 19, and used gas is discharged by turbo molecular pump P for exhaust air from an exhaust port 20.

[0030] The barrier gas supply section 14 is arranged among each material gas feed zones 13a and 13b all over the processing room 10. Like [the barrier gas supply section 14] a material gas feed zone, as shown in drawing 5, the barrier gas supply lines 21o and 21i are arranged, and barrier gas blows off from the nozzle 22 of a large number which were able to be opened in the substrate 3 side so that the substrate 3 supported by the substrate electrode holder 11 may be pinched from inside and outside. The barrier gas supply lines 21o and 21i are connected to the source of barrier gas for piping 23.

[0031] Under the barrier gas supply section 14, the exhaust port of used gas is not opened but is discharged together with material gas from the exhaust port 20 of the material gas feed zone 13 of both sides. That is, in each material gas feed zones 13a and 13b, since the barrier gas supplied from the barrier gas supply lines 21o and 21i of both sides is discharged from the exhaust port 20 of the material gas feed zones 13a and 13b, the material gas of both sides of a different kind is unmixable.

[0032] Between each material gas feed zones 13a and 13b and the barrier gas supply section 14 of the preceding paragraph, as shown in drawing 6, Heaters 24o and 24i are arranged and the reaction at the time of membrane formation is made to be promoted so that the substrates 3 and 3 turning around the inside of the processing room 10 may be pinched.

[0033] As shown in drawing 3 (b), 2 sets of substrates 3 and 3 are attached in both sides of the substrate support plate 25 back to back, and it has structure which carries out press immobilization to the support plate 25 with the frame-like presser-foot boards 26o and 26i. On the other hand, the window frame-like electrode-holder section 27 has structure connected in the shape of a ring, and the polygon-like substrate electrode holder 11 opens the door 28 prepared in the outer wall 8 of drawing 2, is attaching in the electrode-holder section 27 the support plate 25 with which the substrate's was attached in the aforementioned confrontation from a opening 29, and can equip each electrode-holder section 27 at a time with 2 sets of substrates. [much]

[0034] In addition, after inserting the upper limit of a support plate 25 in an upper guide slot as shown in drawing 1 (b) in order to equip the electrode-holder section 27 with a support plate 25 for example, various kinds of modes, such as inserting the lower limit of a support plate 25 in a lower guide slot, are possible.

[0035] As shown in drawing 5, while fixing the inner edge of a rolling mechanism 12 to the shaft 30 by which motorised is carried out and carrying out the seal of the upper and lower sides of this fixed part with O rings 31 and 32, the ring-like processing room 10 can be completely sealed by sealing the upper and lower sides of a rolling mechanism 12 with a top cover 33 and the lower lid 34. On the other hand, in the pars basilaris ossis occipitalis 16 of the ring-like processing room 10, the seal of the periphery section of a rolling mechanism 12 can also be carried out with the magnetic fluid seals 35 and 36 like drawing 4.

[0036] Next, it sets to this equipment and they are aluminum(CH₃)₃ gas and H₂O. It is aluminum 2O₃ with gas. The example which forms a polycrystal thin film is explained. Using both sides of the support plate 25 with which the substrate electrode holder 11 of drawing was equipped, a total of 24 substrates was attached so that it might cover with a glass substrate. Moreover, aluminum(CH₃)₃ gas is supplied from 2 sets of material gas supply pipes 17o and 17i of each material gas feed zone 13a, and it is H₂O from 2 sets of material gas supply pipes 17o and 17i of other material gas feed zone 13b. Gas is supplied.

[0037] And from the barrier gas supply lines 21o and 21i of the barrier gas supply section 14 between each material gas feed zone 13a and 13b, Ar is supplied as barrier gas. The heater for substrate heating is arranged by each eight outer wall and walls of every, and the preceding paragraph of each material gas feed zones 13a and 13b.

[0038] In this equipment, membrane formation processing of the first stage story in claim 4 is performed. First, the substrate electrode holder 11 is rotated by rotational-speed 60rpm, and it is about each substrate 3 by the heating heaters 24o and 24i. It heats at 400 degrees C and an ambient atmosphere is exhausted to 5x10⁻⁷Torr by four turbo molecular pump P. They are a 50 sccm each sink and 5mTorr about the gas nozzle of two material gas feed zones 13a and 13a to aluminum(CH₃)₃ gas. It carries out and holds for 2 seconds.

[0039] Next, a sink and aluminum(CH₃)₃ gas are removed for the gas nozzle of the eight barrier gas supply sections 14 to argon gas from the ring-like processing room 10 for 50 sccm(s) each and 5 seconds. Next, the gas nozzle of two material gas feed zones 13b and 13b to H₂O They are a 50 sccm each sink and 5mTorr about gas. It carries out and holds for 2 seconds. Next, they are a sink and H₂O for 50 sccm(s) each and 5 seconds about the gas nozzle of the eight barrier gas supply sections 14 to argon gas. Gas is removed from the inside of the processing room 10. By repeating this cycle 20 times; it is aluminum 2O₃. The good growth nucleus has been formed. Generally in membrane formation by atomic layer epitaxy, the nuclear growth in the phase in early stages of membrane

formation initiation governs a subsequent membrane formation condition. Therefore, if membranes are formed by setting up early growth conditions certainly, a setup of the membrane formation conditions on and after the middle in which it continues will not have the necessity of making it severe, in many cases.

[0040] Then, in this invention, a setup of a membrane formation parameter tends to carry out a membrane formation initial stage, the time gas switch method which can be held certainly is held, the good spatial gas switch method of the sex from happiness in the next life is held, and it is aiming at raising both membraneous quality and productivity.

[0041] After processing of a first stage story finishes, in order to perform membrane formation processing of the second stage story in claim 4, an ambient atmosphere is once exhausted to 5×10^{-7} Torr by four turbo molecular pump P. Pressure regulation is carried out with an orifice valve so that argon gas may be set to a 1000 sccm each sink and 100mTorr from eight barrier gas nozzles. Next, every 50 sccms each of each gas are passed from the gas nozzle of material gas feed zone 13a, and the gas nozzle of material gas feed zone 13b. However, they are aluminum(CH₃)₃ gas of material gas, and H₂O by the steady flow of the argon gas supplied from the barrier gas supply section 14 between each material gas feed zone 13a and 13b. Mixing of gas is prevented.

[0042] Thus, the very close substrates 3 and 3 are aluminum(CH₃)₃ ambient atmosphere and H₂O. It is 5500A aluminum 2O₃ by passing an ambient atmosphere by turns and rotating a total of 2500 times. The polycrystal thin film was able to be obtained.

[0043] After making the whole processing room into the ambient atmosphere of the first material gas as mentioned above in the equipment of the example of illustration, exposing a substrate into it and then sweeping away this material gas by barrier gas, the whole processing room is made into the ambient atmosphere of the second material gas, a substrate is exposed into it, and forming membranes only by the method of switching the ambient atmosphere of material gas of a different kind in time, and forming membranes by next sweeping away this material gas by barrier gas, does not interfere, either.

[0044] Or the ambient atmosphere of barrier gas is established between the ambient atmospheres of each material gas, it is passing the aforementioned substrate in each of these ambient atmospheres from the start, and while arranging the ambient atmosphere of the first material gas, and the ambient atmosphere of the second material gas by turns, even if it switches spatially the ambient atmosphere of material gas of a different kind and forms membranes, it does not interfere, without performing processing of the aforementioned first stage story.

[0045]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to invention of claim 1, all over the ring-like processing room 10, since it has structure which two or more substrates 3 arranged at the predetermined gap at the circumferencial direction rotate, exhaust air capacity is reduced, exhaust air effectiveness can be made high, and material gas of a different kind can be switched efficiently. Moreover, there is no sliding section all over the processing room 10, and the membraneous fall by raising dust does not occur.

[0046] According to invention of claim 2, since the material gas feed zone 13 and the barrier gas supply section 14 are arranged in the ring-like processing room 10 by turns, by the rolling mechanism 12, it passes through the inside of material gas and barrier gas by turns, membranes can be formed only by continuing or intermittent rotating the substrate electrode holder 11, and it is suitable for mass production. That is, unlike the method of taking material gas of a different kind in and out of a processing room by turns, processing effectiveness improves.

[0047] Like claim 3, it is made to rotate back to back by carrying out 2 sets of substrates, and 2 sets can form membranes at a time from the both sides of a substrate path to coincidence by making it the structure where material gas and barrier gas are supplied, and processing effectiveness improves further.

[0048] According to the method of claim 4, a good film can be first formed by replacing the material gas in the processing room 10 completely, and forming membranes by processing of a first stage story, and the ambient atmosphere of the first material gas and the ambient atmosphere of the second material gas are arranged by turns, and in order for a substrate to rotate the inside of it and to pass, processing effectiveness of processing of a second stage story improves.

[0049] If the membrane formation method of processing a second stage story is performed all over the processing room 10 of the shape of a narrow ring like claim 5 after processing the aforementioned first stage story, the gas exchange in processing of a first stage story can be performed quickly, and membrane formation of a first stage story can also be performed efficiently. Moreover, since membrane formation of a second stage story is also performed succeedingly at the same processing room 10, membrane formation of a first stage story and membrane formation of a second stage story can be performed continuously, and processing effectiveness improves.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the plan and cross section explaining radical Motohara ** of the atomic layer epitaxy equipment by this invention, and an atomic layer epitaxy method.

[Drawing 2] It is the perspective diagram showing the example of atomic layer epitaxy equipment according to claim 1 to 3.

[Drawing 3] It is drawing showing the substrate electrode holder which rotates all over a processing room.

[Drawing 4] It is the drawing of longitudinal section of a material gas feed zone.

[Drawing 5] It is the drawing of longitudinal section of the barrier gas supply section.

[Drawing 6] It is the drawing of longitudinal section of a heating unit.

[Drawing 7] It is drawing showing the various principles of conventional atomic layer epitaxy equipment.

[Description of Notations]

1 Vacuum Chamber

2 Cylinder-like Substrate Electrode Holder

3 Substrate

4a, 4b, 4c Material gas feeder

5 Disk

6a, 6b Material gas feed hopper

7 Exhaust Port

8 Outer Wall

9 Wall

10 Ring-like Processing Room

11 Substrate Electrode Holder

12 Rolling Mechanism

M Motor

13 Material Gas Feed Zone

13a The first material gas feed zone

13b The second material gas feed zone

14 Barrier Gas Supply Section

15 Crown Plate

16 Bottom Plate

17o, 17i Material gas supply pipe

18 Nozzle

19 Piping

20 Exhaust Port

P Turbo molecular pump

21o, 21i Barrier gas supply line

22 Nozzle

23 Piping

24o, 24i Heater

25 Substrate Support Plate

26o, 26i Frame-like presser-foot board

27 Electrode-Holder Section

28 Door

29 Opening

[Translation done.]